

公路工程风险隐患动态监测与排查体系构建

李懋

云南省公路科学技术研究院, 云南 昆明 650051

DOI:10.61369/ETQM.2025100032

摘 要： 公路工程在我国交通基础设施建设快速发展的进程中是重要的组成部分，其建设质量与运营安全直接关系到人民群众的生命财产安全和社会经济的稳定发展。但公路工程具有建设周期长、涉及范围广、地质条件复杂、施工环境多变等特点，因此在建设和运营过程中面临着诸多风险隐患，如地质灾害、结构病害、施工事故等。

关 键 词： 公路工程；风险；隐患；动态监测；排查

Construction of Dynamic Monitoring and Investigation System for Risks and Hidden Dangers in Highway Engineering

Li Mao

Yunnan Highway Science and Technology Research Institute, Kunming, Yunnan 650051

Abstract： Highway engineering is an important component of the rapid development of transportation infrastructure in China, and its construction quality and operational safety are directly related to the safety of people's lives and property, as well as the stable development of the social economy. However, highway engineering has the characteristics of long construction period, wide coverage, complex geological conditions, and variable construction environment. Therefore, it faces many risks and hidden dangers in the construction and operation process, such as geological disasters, structural diseases, construction accidents, etc.

Keywords： highway engineering; risk; hidden dangers; dynamic monitoring; troubleshooting

引言

交通是兴国之要、强国之基，而公路是综合交通运输体系中覆盖最广、通达最深的基础网络，它在支撑区域经济协调发展、保障民生出行等方面发挥着不可替代的作用。近些年来，我国公路建设实现了跨越式发展，截至2024年底，全国公路总里程已突破了540万公里。但随着公路里程的持续延伸和服役年限的增长，加之极端天气频发、交通荷载日益繁重等因素地影响，现阶段公路工程在建设与管理过程中的风险隐患问题愈发凸显。

一、公路工程风险隐患的特点与构建动态监测与排查体系的必要性

（一）公路工程风险隐患的特点

公路工程风险隐患具有多样性、隐蔽性、动态性和危害性等特点。其中，多样性体现在风险隐患的来源广泛，包括了自然因素、人为因素以及工程自身因素。隐蔽性则表现为许多风险隐患在初期不易被发现，它往往隐藏在公路结构内部或周边环境中，只有当风险积累到一定程度时才会显现出来，而这给风险的早期发现和处理带来了困难。

（二）构建动态监测与排查体系的必要性

首先构建公路工程风险隐患动态监测与排查体系，能够提高

风险隐患发现的及时性。因为通过动态监测，可以实时地掌握公路工程的运行状态和周边环境的变化，保障及时地发现潜在的风险隐患，避免了风险积累和扩大。其次有助于提升风险隐患排查的准确性。由于动态监测与排查体系采用先进的技术手段和科学的方法，其能够对风险隐患进行全面、细致的排查和分析，可以准确地判断出风险的类型、程度和发展趋势，进而为风险治理提供可靠依据。

二、公路工程风险隐患动态监测与排查体系构建的原则

（一）全面性原则

公路工程风险隐患动态监测与排查体系的构建应坚持全面性

原则，即涵盖公路工程的各个环节和各个方面。就空间来说，要覆盖公路的路基、路面、桥梁、隧道、涵洞、边坡等结构物以及周边的地质环境、水文环境等；在时间上，则要贯穿公路工程的建设阶段、运营阶段和维护阶段；而内容方面，需要包括各类风险隐患的监测、排查、评估、预警和治理等环节。

（二）实时性原则

由于公路工程风险隐患具有动态性，因此必须通过实时监测的手段，及时地获取相关数据和信息，以此掌握风险隐患的动态变化情况。基于实时性原则，要求监测设备能够快速采集数据，数据传输网络需要高效地传递信息，且数据处理系统也能够及时地分析和处理数据，以便于在第一时间发现风险隐患并发出预警。

（三）科学性原则

体系的构建要基于科学的理论和方法，再采用先进的技术手段和合理的流程设计。即在风险隐患的识别、监测指标的选取、监测设备的布置、排查方法的选择以及风险评估模型的建立等方面，都要遵循科学规律，确保体系的科学性和可靠性。

（四）实用性原则

体系的设计一定要充分地考虑公路工程的实际需求和现有条件，应避免过于复杂和繁琐的流程，进而确保监测和排查工作能够顺利地开展^[1]。为此，在设备选型上要选择性价比高、易于安装维护的设备，在数据处理和分析方面则要开发简单易用的软件系统，便于工作人员进行操作和使用。

（五）联动性原则

公路工程风险隐患的监测与排查涉及到了多个部门和单位，如建设单位、施工单位、运营管理单位、监理单位、科研机构等，还需要与气象、地质、交通等部门进行信息共享和协作。所以体系的构建应坚持联动性原则，在各部门之间要建立健全的协调联动机制，从而实现信息互通、资源共享、协同应对，最终形成风险隐患治理的合力。

构建原则要点一览表

原则名称	核心要点
全面性原则	涵盖公路工程各个环节和方面，空间上覆盖路基、路面等结构物及周边环境；时间上贯穿建设、运营、维护阶段；内容上包括监测、排查、评估、预警和治理等环节，确保不遗漏风险隐患。
实时性原则	针对风险隐患的动态性，通过实时监测获取数据信息，要求监测设备快速采集数据，数据传输网络高效传递信息，数据处理系统及时分析处理数据，以便第一时间发现隐患并预警。
科学性原则	基于科学理论和方法，采用先进技术手段和合理流程设计，在风险识别、监测指标选取、设备布置、排查方法选择、风险评估模型建立等方面遵循科学规律，吸收借鉴先进经验技术，结合实际优化完善体系。
实用性原则	充分考虑实际需求和现有条件，避免复杂繁琐流程，确保工作顺利开展。设备选型注重性价比和易安装维护，数据处理分析开发简单易用的软件系统，方便工作人员操作。
联动性原则	涉及多个部门和单位，需与气象、地质等部门信息共享协作，建立健全协调联动机制，实现信息互通、资源共享、协同应对，形成风险隐患治理合力。

三、公路工程风险隐患动态监测与排查体系的构建策略

（一）建立完善的风险隐患监测网络

完善的风险隐患监测网络是动态监测与排查体系的基础，所以要根据公路工程的特点和风险分布情况，科学地布置监测点，并配备先进的监测设备，最终构建全方位、多层次的监测网络。

就监测点地布置而言，对于高风险路段、桥梁、隧道等关键部位，需要加密监测点的设置，以提高监测的密度和精度；对于一般路段，则可按照一定的间距设置监测点，确保能够全面地掌握公路的整体状态。而监测设备的选择应根据监测内容和精度要求来确定，一般包括了以下几类：一是应变计、位移计、加速度计等结构监测设备，主要用于监测公路结构的应力、应变、位移、振动等参数；二是雨量计、水位计、风速仪、温湿度传感器等环境监测设备，通常用于监测公路周边的气象、水文和地质环境参数；三是称重系统、视频监控设备、交通流量检测器等交通监测设备，在实践中可用于监测交通流量、车辆载重、行驶状态等信息；四是探地雷达、超声波检测仪等无损检测设备，此类设备能够对公路结构内部的病害进行检测。

与此同时，还要建立高效的数据传输网络，借助该网络将监测设备采集到的数据实时传输到数据中心。建议利用有线通信（如光纤）和无线通信（如 4G、5G、物联网）相结合的方式，如此能够确保数据传输的稳定性和及时性。而对于偏远地区或信号不稳定的区域，可以采用卫星通信等方式进行数据地传输。

（二）构建一体化的数据管理与分析平台

数据管理与分析平台主要负责对监测数据进行存储、处理、分析和应用。而构建一体化的数据管理与分析平台，能够实现数据的集中管理和高效利用，最终为风险隐患的识别、评估和预警提供有力的支持。

一方面是数据地管理，平台需要具备强大的数据存储能力，要能够容纳海量的监测数据，并保证数据的安全性和完整性。并且，还要建立统一的数据标准和格式，对不同来源、不同类型的数据应进行规范化地处理，以确保数据的一致性和可比性^[2]。

另一方面是数据地分析，该平台应集成多种数据分析算法和模型，确保能够对监测数据进行实时地分析和深度地挖掘。即通过对比分析、趋势分析、关联分析等方法，可以识别出数据中隐藏的风险信息，并判断风险隐患的类型、程度和发展趋势。如通过对桥梁结构的应变数据进行分析，可以判断出桥梁是否存在过度受力的情况。

（三）制定规范的风险隐患排查流程

排查流程一般涵盖了排查计划制定、现场排查实施、隐患识别与记录、隐患评估与分级、隐患治理与跟踪等多个环节。

排查计划制定：根据公路工程的特点、风险分布情况以及以往的排查经验，制定出详细的排查计划，在其中明确排查的范围、内容、方法、频率和责任人。

现场排查实施：排查人员应按照排查计划的要求，自觉地携带必要的排查工具和设备，深入到现场进行排查。实际在排查过

程中，一定要仔细地观察公路结构的外观状况、周边环境的变化情况以及交通运行状态等，为此可以采用目测、量测、无损检测等方法，旨在获取第一手的资料。

隐患识别与记录：对发现的疑似风险隐患排查人员要进行认真地识别和确认，务必明确隐患的具体位置、表现形式和特征，并将其详细地记录在排查记录表中。

隐患评估与分级：以隐患的性质、程度、影响范围和发展趋势等因素作为依据，对于识别出的风险隐患进行评估和分级。一般可以将风险隐患分为重大隐患、较大隐患和一般隐患三个等级，而针对不同等级的隐患要采取不同的治理措施。

5、隐患治理与跟踪：对于排查出的风险隐患，要及时地制定治理方案，且要明确治理责任单位、治理措施和治理期限。治理单位则按照方案的要求，需要尽快地组织实施治理工作。

（四）建立健全风险隐患预警机制

风险隐患预警机制能够在风险隐患演变成事故之前及时地发出预警信号，进而为采取应急措施争取时间。而预警机制包括了预警指标设定、预警阈值确定、预警信息发布和预警响应等环节。

1. 预警指标设定：根据公路工程的风险特点和监测数据，选取能够反映风险隐患变化的关键指标作为预警指标。

2. 预警阈值确定：针对于每个预警指标，根据相关的规范标准、工程经验和风险可接受程度，确定出合理的预警阈值。

3. 预警信息发布：当系统发出预警信号之后，应当通过短信、电话、微信、电子显示屏等多种方式，及时地将预警信息发布给相关的管理部门、施工单位、运营单位和社会公众。

4. 预警响应：相关单位和人员在收到预警信息之后，第一时间按照应急预案的要求采取相应的响应措施。

四、公路工程风险隐患动态监测与排查体系的保障措施

（一）加强组织领导

由交通主管部门、公路建设单位、运营单位、监理单位等相关方的负责人组成专门的公路工程风险隐患动态监测与排查工作领导小组，主要负责统筹协调体系构建和运行过程中的各项工

作。此小组要明确各个成员单位的职责和分工，并建立健全的工作协调机制，还要定期召开工作会议，进而确保各项工作的顺利推进^[3]。

（二）完善法律法规和标准体系

只有加快完善公路工程风险隐患动态监测与排查相关的法律法规和标准体系，才能为体系的构建和运行提供法律依据和技术支撑。一方面要制定和修订公路工程风险评估、监测技术、排查规范、隐患治理等方面的标准和规范，务必明确监测与排查的技术要求、操作流程和质量标准。另一方面要加强对于法律法规和标准体系的宣传和培训，旨在提高相关单位和人员的法律意识和标准意识。

（三）加大资金投入

公路工程风险隐患动态监测与排查体系的构建和运行需要大量的资金投入，其中包括了监测设备的购置与安装、数据管理平台的建设与维护、排查人员的培训与薪酬、隐患治理的费用等。因而要建立多元化的资金筹措机制，加大财政投入力度，并鼓励社会资本参与，使得体系构建和运行的资金需求得以满足。

（四）强化技术研发与人才培养

公路工程风险隐患监测与排查技术的研发与创新目前需要加强，即要鼓励科研机构、高等院校和企业开展产学研合作，促使其开发具有自主知识产权的监测设备、数据分析软件和风险评估模型等。基于此，还要加强对于相关专业人才的培养，通过学历教育、职业培训、实践锻炼等多种方式，培养出一批既懂公路工程专业知识，又掌握监测与排查技术的复合型人才。

五、结束语

公路工程风险隐患动态监测与排查体系地构建是一项系统工程，该系统对于保障公路工程的安全稳定运行具有重要的意义。实际在体系构建过程中，要遵循全面性、实时性、科学性和实用性原则，再建立完善的监测网络、数据管理与分析平台，并制定规范的排查流程。往后随着科技的不断进步和管理水平的不断提高，公路工程风险隐患动态监测与排查体系将不断地被完善和优化。

参考文献

[1] 桑运龙. 隧道施工安全风险动态评估与隐患排查及数字化技术应用 [J]. 施工技术, 2019, 48(24): 64-67.
[2] 陈柏鹤. 双重预防机制在公路工程安全管理中的应用 [J/OL]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2024(11)[2024-11-01]
[3] 肖殿良. 公路桥梁工程施工安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防体系构建 [C]. 第25届海峡两岸及香港、澳门地区职业安全健康学术研究会暨中国职业安全健康协会学术年会暨科学技术奖颁奖大会摘要集. 中国新疆省乌鲁木齐市, 2017: 64-64.